

**Internal combustion engine camshaft adjustment system centers round electric magnet to smoothly control current load on pressure chambers to turn camshaft relative crankshaft and release locking element.**

**Patent number:** DE19929393  
**Publication date:** 2000-12-28  
**Inventor:** STRAUS ANDREAS (DE)  
**Applicant:** SCHAEFFLER WAEHLZLAGER OHG (DE)  
**Classification:**  
 - international: F01L1/344  
 - european: F01L1/344E  
**Application number:** DE19991029393 19990626  
**Priority number(s):** DE19991029393 19990626

Also published as:

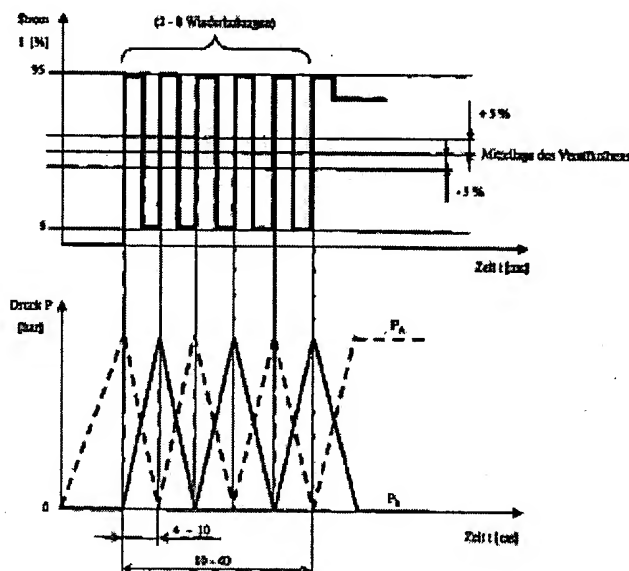


WO0100968 (A1)

US6516763 (B1)

**Abstract of DE19929393**

As engine starts, the electric magnet (11) smoothly releases the locking element in stages. Activation requires brief alternation of high and low current over a defined period or interval so as to pulsate the valve (10) piston about its center position and ensure rapid pressure alternation between chambers (A) and (B) at a pressure calculated to keep the valve piston in center position. After a set time or interval, high current load is maintained a set time for the microprocessor (12) to check the camshaft component has turned out of its basic setting so the locking element (13) has adopted its release setting. If the camshaft component fails to turn, the stages are repeated until the microprocessor records a camshaft turn. Current is now applied in excess of the valve piston center setting requirement so as to regulate the turn angle of the component (5) relative the component (4).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 29 393 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 01 L 1/344

21 Aktenzeichen: 199 29 393.7  
22 Anmeldetag: 26. 6. 1999  
43 Offenlegungstag: 28. 12. 2000

DE 199 29 393 A 1

71 Anmelder:  
INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074  
Herzogenaurach, DE

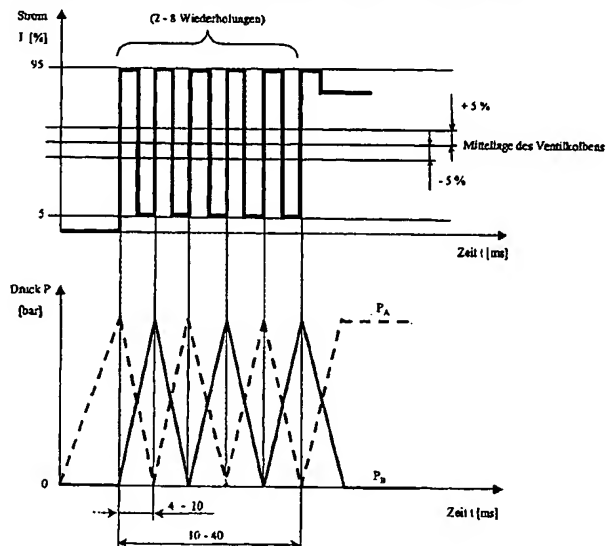
72 Erfinder:  
Strauß, Andreas, Dipl.-Ing., 91074 Herzogenaurach,  
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 197 26 300 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Nockenwellen-Vorstellereinrichtung mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, wobei die Vorrichtung aus einem nockenwellenfesten Bauteil und einem kurbelwellenfesten Bauteil besteht, die über mindestens einen innerhalb der Vorrichtung gebildeten hydraulischen Arbeitsraum in Kraftübertragungsverbindung stehen. Ein Vorstellelement innerhalb der Vorrichtung unterteilt jeden hydraulischen Arbeitsraum in eine A- und B-Druckkammer, deren Druckbeaufschlagung durch ein elektromagnetisches Hydraulikventil und einen Mikroprozessor geregelt wird. Nach Abschaltung der Brennkraftmaschine ist das nockenwellenfeste Bauteil mit dem kurbelwellenfesten Bauteil in einer für den Start der Brennkraftmaschine bevorzugten Basisposition durch ein Verriegelungselement mechanisch koppelbar, welches durch ein Federelement in eine Koppelstellung innerhalb einer komplementären Aufnahme bewegbar ist. Die Aufnahme des Verriegelungselementes ist mit der Druckmittelführung zumindest einer volumenminimierten A-Druckkammer der Vorrichtung hydraulisch verbunden, so daß beim Start der Brennkraftmaschine durch Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer jeden hydraulischen Arbeitsraumes gleichzeitig die Aufnahme des Verriegelungselementes druckbeaufschlagt wird und dieses hydraulisch in eine Entkoppelstellung bewegt. Zur Vermeidung eines Verklemmens des Verriegelungselementes beim Start der Brennkraftmaschine wird der Elektromagnet des ...



DE 199 29 393 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, welches insbesondere vorteilhaft an allen Bauarten von Nockenwellen-Verstelleinrichtungen mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung realisierbar ist.

## Hintergrund der Erfindung

Ein derartiges Verfahren bezieht sich insbesondere auf solche Nockenwellen-Verstelleinrichtungen, wie sie gattungsgemäß aus der DE-OS 197 26 300 vorbekannt sind. Diese, in der Fachwelt allgemein als Axialkolben-Verstelleinrichtungen und als Rotationskolben-Verstelleinrichtungen bezeichneten Vorrichtungen sind jeweils unabhängig von ihrer Bauform am antriebsseitigen Ende einer im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine gelagerten Nockenwelle angeordnet und im wesentlichen als hydraulischer Stellantrieb ausgebildet, der aus einem mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in Antriebsverbindung stehenden kurbelwellenfesten Bauteil und aus einem drehfest mit der Nockenwelle verbundenen nockenwellenfesten Bauteil besteht. Das kurbelwellenfeste Bauteil steht dabei mit dem nockenwellenfesten Bauteil über mindestens einen innerhalb der Vorrichtung gebildeten Arbeitsraum in Kraftübertragungsverbindung, wobei jeder hydraulische Arbeitsraum durch ein Verstellelement innerhalb der Vorrichtung in eine sogenannte A-Druckkammer und eine B-Druckkammer unterteilt wird. Durch wahlweise oder gleichzeitige Druckbeaufschlagung der A- und/oder B-Druckkammer jedes Arbeitsraumes wird somit eine Schwenkbewegung oder Fixierung des nockenwellenfesten Bauteils gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil realisiert, wobei die Druckbeaufschlagung der Druckkammern durch den letztlich elektromagnetisch betätigten Ventilkolben eines Hydraulikventils geregelt wird, dessen Elektromagnet von einem Mikroprozessor in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter der Brennkraftmaschine angesteuert wird. Dieser Ventilkolben des Hydraulikventils ermöglicht üblicherweise bei unbestromten bzw. niedrig bestromten Elektromagneten eine Druckbeaufschlagung der B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes, bei hoch bzw. maximal bestromten Elektromagneten eine Druckbeaufschlagung der A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes und in einer Mittellage ein Halten des Druckmitteldrucks in beiden Druckkammern jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung. Nach Abschaltung der Brennkraftmaschine ist darüber hinaus das nockenwellenfeste Bauteil unter Volumenminimierung der A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes in einer für den Start der Brennkraftmaschine bevorzugten Basisposition mit dem kurbelwellenfesten Bauteil mechanisch koppelbar, indem am nockenwellenfesten Bauteil ein zusätzliches Verriegelungselement angeordnet ist, welches durch ein Federelement in eine Koppelstellung in einer komplementären Aufnahme im kurbelwellenfesten Bauteil oder im nockenwellenfesten Bauteil bewegbar ist. Diese komplementäre Aufnahme des Verriegelungselementes ist mit der Druckmittelzuführung zu zumindest einer volumenminimierten A-Druckkammer eines hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung hydraulisch verbunden, so daß beim Start der Brennkraftmaschine durch Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes gleichzeitig die Aufnahme des Verriegelungselementes druckbeaufschlagt wird und dieses entgegen der Kraft seines Federelementes

hydraulisch in eine Entkoppelstellung bewegt.

Diese ansteuerungstechnisch zumeist durch einen kurzen Impuls auf den Elektromagneten mit maximaler Bestromung erfolgende Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer hat sich in der Praxis jedoch dahingehend als nachteilig erwiesen, daß der plötzliche Druckanstieg in allen volumenminimierten A-Druckkammern ein Verspannmoment auf das Verriegelungselement bewirkt, welches insbesondere dann, wenn das mittlere Schleppmoment der Nockenwelle in die gleiche Richtung wirkt und/oder dann, wenn die Zeit zum Aufbau dieses Verspannmomentes kürzer ist als die Zeit zum Bewegen des Verriegelungselementes in seine Entkoppelstellung, für ein Verklemmen des Verriegelungselementes in seiner Koppelstellung ursächlich ist. Dadurch ist eine Relativverdrehung zwischen dem nockenwellenfesten Bauteil und dem kurbelwellenfesten Bauteil in einen vom Mikroprozessor vorgegebenen Sollwinkel nicht mehr möglich, so daß es als Folge dessen, zum Beispiel bei einlaßseitigen Nockenwellen-Verstelleinrichtungen, zu Leistungsdefiziten der Brennkraftmaschine oder bei auslaßseitigen Nockenwellen-Verstelleinrichtungen zu erhöhten Emissionswerten der Brennkraftmaschine kommt.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Nockenwellen-Verstelleinrichtung mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung, zu konzipieren, mit welchem ein Verklemmen des Verriegelungselementes in seiner Koppelstellung auch dann, wenn ein aus einer Druckbeaufschlagung resultierendes Verspannmoment und ein mittleres Schleppmoment der Nockenwelle in die gleiche Richtung bewegungshemmend auf das Verriegelungselement wirken, sicher vermieden wird.

## Zusammenfassung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß der Elektromagnet des Hydraulikventils beim Start der Brennkraftmaschine nach einer Regelstrategie gemäß den Punkten a) bis d) des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 betrieben wird.

Alternativ dazu wird die Aufgabe bei einer die gleichen Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1 aufweisenden Vorrichtung erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, daß der Elektromagnet des Hydraulikventils beim Start der Brennkraftmaschine nach einer Regelstrategie gemäß den Punkten a) bis d) des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 5 betrieben wird.

Nach der ersten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante erfolgt ein sogenannter hochfrequenter gepulster Start der Vorrichtung, indem der Elektromagnet des Hydraulikventils zunächst in mehreren hochfrequenten getakteten Intervallen zwischen hoher und niedriger Bestromung in einer definierten Zeitdauer oder Intervallanzahl derart angesteuert wird, daß der Ventilkolben des Hydraulikventils in einem Bereich um dessen Mittellage pulsiert und eine schnelle wechselseitige Druckbeaufschlagung der A- und B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung mit einem Druckmitteldruck ermöglicht, mit dem das nockenwellenfeste Bauteil hydraulisch in seiner Basisposition gehalten wird. Nach Ablauf der definierten Zeitdauer oder des letzten getakteten Intervalls erfolgt der Abruch der genannten Routine und eine erneute Ansteuerung oder ein Halten der hohen

Bestromung für eine weitere definierte Zeitdauer mit gleichzeitiger Überprüfung durch den Mikroprozessor, ob das nockenwellenfeste Bauteil gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement seine Entkoppelstellung eingenommen hat. Wird dabei vom Mikroprozessor festgestellt, daß das nockenwellenfeste Bauteil sich unverändert in seiner Basisposition befindet, erfolgt eine Wiederholung der getakteten Intervalle zwischen hoher und niedriger Bestromung in der gleichen definierten Zeitdauer oder Intervallanzahl mit anschließender erneuter Ansteuerung oder Halten der hohen Bestromung solange, bis der Mikroprozessor einen Verstellwinkel des nockenwellenfesten Bauteils gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes registriert. Nach Feststellung eines Verstellwinkels des nockenwellenfesten Bauteils außerhalb seiner Basisposition wird der Elektromagnet dann mit einer durch den Mikroprozessor vorgegebenen Bestromung oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens notwendigen sowie einer geregelten Winkelstellung des nockenwellenfesten Bauteils gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil entsprechenden Stärke angesteuert.

In zweckmäßiger Ausgestaltung dieser ersten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante wird es darüber hinaus vorgeschlagen, die hohe und die niedrige Bestromung des Elektromagneten des Hydraulikventils bevorzugt durch eine derart ausgelegte pulsweitenmodulierte Spannungssteuerung des Mikroprozessors zu steuern, daß der Elektromagnet innerhalb eines der hochfrequenten Intervalle einmal mit einem elektrischen Strom zwischen 5% über der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils notwendigen Stärke und 95% der Maximalstärke und einmal mit einem elektrischen Strom zwischen 5% der Maximalstärke und 5% unter der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils notwendigen Stärke durchflossen wird. Anstelle einer derart ausgelegten pulsweitenmodulierten Spannungssteuerung ist es jedoch auch möglich, dies mit einer herkömmlichen Stromregelung zu realisieren, wobei in beiden Fällen innerhalb der Grenzen der angegebenen Steuerbereiche der Anteil der hohen und der niedrigen Bestromung des Elektromagneten sowohl symmetrisch als auch unsymmetrisch ebenso frei wählbar ist, wie die Form des Übergangs von der hohen zur niedrigen Bestromung und umgekehrt als Sprung oder als endlicher Anstieg oder dergleichen. Die jeweils unteren Grenzen des Pulsationsbereiches des Ventilkolbens von 5% oberhalb und 5% unterhalb der für dessen Mittellage notwendigen Bestromung haben sich dahingehend als vorteilhaft erwiesen, daß damit ein Absinken des Volumenstroms des hydraulischen Druckmittels zu der A- und B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes unter einen Wert, mit dem die Basisposition des nockenwellenfesten Bauteils nicht mehr gehalten werden kann, sicher vermieden wird.

Als weitere Konkretisierung der ersten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante wird es schließlich noch vorgeschlagen, daß bei einem zeitlich definierten Abbruchkriterium der aus den hochfrequenten Intervallen bestehenden Routine die Zeitdauer eines getakteten Intervalls bevorzugt zwischen 4 ms und 10 ms beträgt und die zum Bewegen des Verriegelungselementes in seine Entkoppelstellung notwendige Periodendauer aller Intervalle bis zum Abbruch der Routine im Bereich von 10 ms bis 40 ms begrenzt ist. Bei einem mengenmäßig definierten Abbruchkriterium hat es sich dagegen als vorteilhaft erwiesen, die zum Bewegen des Verriegelungselementes in seine Entkoppelstellung notwendige Anzahl der hochfrequenten Intervalle bis zum Abbruch der Routine auf 2 bis 8 Wiederholungen zu begrenzen. In der

Praxis hat es sich dabei gezeigt, daß zumeist bereits eine der in den angegebenen Bereichen zeitlich oder mengenmäßig begrenzten Routinen ausreicht, um das Verriegelungselement sicher in seine Entkoppelstellung zu bewegen.

Nach der zweiten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante erfolgt dagegen ein sogenannter niederfrequenter gepulster Start der Vorrichtung, indem der Elektromagnet des Hydraulikventils zunächst mit einer hohen Bestromung in einer definierten Zeitdauer derart angesteuert wird, daß nur die volumenminimierte A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung und damit auch die Aufnahme des Verriegelungselementes mit einem hohen Druckmittel-  
druck beaufschlagt wird. Nach Ablauf dieser definierten Zeitdauer erfolgt dann eine Überprüfung durch den Mikroprozessor, ob das nockenwellenfeste Bauteil gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement seine Entkoppelstellung eingenommen hat. Wird dabei durch den Mikroprozessor festgestellt, daß das nockenwellenfeste Bauteil sich unverändert in seiner Basisposition befindet, erfolgt eine Ansteuerung des Elektromagneten mit einer niedrigen Bestromung für eine weitere Zeitdauer zur kurzzeitigen Druckbeaufschlagung der B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes sowie eine erneute Ansteuerung des Elektromagneten mit hoher Bestromung in einer definierten Zeitdauer solange, bis der Mikroprozessor einen Verstellwinkel des nockenwellenfesten Bauteils gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteils außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes registriert. Nach Feststellung eines Verstellwinkels des nockenwellenfesten Bauteils außerhalb seiner Basisposition wird der Elektromagnet abschließend auch bei dieser Verfahrensvariante mit einer durch den Mikroprozessor vorgegebenen Bestromung oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils notwendigen sowie einer geregelten Winkelstellung des nockenwellenfesten Bauteils gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil entsprechenden Stärke angesteuert.

Auch bei dieser zweiten erfindungsgemäßen Verfahrensvariante wird es in zweckmäßiger Ausgestaltung vorgeschlagen, die Bestromung des Elektromagneten des Hydraulikventils bevorzugt durch eine derart ausgelegte pulsweitenmodulierte Spannungssteuerung des Mikroprozessors zu steuern, daß der Elektromagnet bei hoher Bestromung bevorzugt zwischen 90% und 100% des maximal möglichen elektrischen Stromes und bei niedriger Bestromung bevorzugt zwischen 0% und 10% des maximal möglichen elektrischen Stromes durchflossen wird. Ebenso wie bei der ersten Verfahrensvariante ist dies jedoch auch alternativ mit einer herkömmlichen Stromregelung realisierbar, wobei in beiden Fällen der Anteil der hohen und der niedrigen Bestromung des Elektromagneten innerhalb der angegebenen Steuerbereiche sowohl symmetrisch als auch unsymmetrisch frei wählbar ist. Die Zeitdauer der hohen Bestromung beträgt dabei bevorzugt zwischen 40 ms und 80 ms, während die Zeitdauer der niedrigen Bestromung auf einen Bereich von 10 ms und 40 ms begrenzt ist. Diese kurzzeitige niedrige Bestromung des Elektromagneten bzw. die damit verbundene Druckbeaufschlagung der B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes erfolgt dabei zu dem Zweck, das durch die vorherige Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes um das funktionsbedingte Bewegungsspiel des Verriegelungselementes (bis zu 1° Kurbelwellenwinkel) verdrehte und das Verriegelungselement gegebenenfalls verklemmende nockenwellenfeste Bauteil wieder in eine Position zurückzustellen, in der das Verriegelungselement für den nächsten Entriegelungsversuch frei beweglich ist.

Beide Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Nockenwellen-Verstelleinrichtung mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung, ermöglichen somit gegenüber den Ansteuerungsverfahren zu gleichartigen Vorrichtungen aus dem bekannten Stand der Technik, daß beim Start der Brennkraftmaschine ein Verklemmen des Verriegelungselementes in seiner Koppelstellung auch dann wirksam vermieden wird, wenn ein aus der Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung resultierendes Verspannmoment und ein mittleres Schleppmoment der Nockenwelle in die gleiche Richtung bewegungshemmend auf das Verriegelungselement wirken. Durch die erfindungsgemäße hoch- oder niederfrequente Ansteuerung des Elektromagneten des Hydraulikventils mit hoher und niedriger Bestromung und die damit verbundene wechselseitige Druckbeaufschlagung der A- und B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung wird eine "Rüttelbewegung" des Verriegelungselementes erzeugt, durch welche jederzeit eine sichere Bewegung des Verriegelungselementes in seine Entkoppelstellung und damit ein zuverlässiges Entriegeln der Startverriegelung der Vorrichtung gewährleistet ist. Dadurch sind bereits unmittelbar nach dem Start der Brennkraftmaschine Relativverdrehungen zwischen dem nockenwellenfesten Bauteil und dem kurbelwellenfesten Bauteil der Vorrichtung in vom Mikroprozessor vorgegebenen Sollwinkeln zueinander möglich und negative Folgeerscheinungen, wie verminderte Leistung oder erhöhte Emission der Brennkraftmaschine ausgeschlossen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen dabei:

**Fig. 1** einen Querschnitt gemäß dem Schnitt B-B nach **Fig. 2** durch eine an einer Nockenwelle montierte Nockenwellen-Verstelleinrichtung mit schematisch dargestellter Druckmittelsteuerung;

**Fig. 2** eine Draufsicht auf eine Nockenwellen-Verstelleinrichtung gemäß dem Schnitt A-A nach **Fig. 1**;

**Fig. 3** ein Strom-Zeit-Diagramm mit dem Stromverlauf im Elektromagneten des Hydraulikventils nach einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**Fig. 4** ein Druck-Zeit-Diagramm mit den Druckverläufen in der A- und B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung nach der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**Fig. 5** ein Strom-Zeit-Diagramm mit dem Stromverlauf im Elektromagneten des Hydraulikventils nach einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**Fig. 6** ein Druck-Zeit-Diagramm mit den Druckverläufen in der A- und B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes der Vorrichtung nach der zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Die **Fig. 1** und **2** zeigen eine zu den sogenannten Rotationskolben-Verstelleinrichtungen gehörende und als Flügelzellenversteller bezeichnete Vorrichtung **1** zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, anhand derer das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft erläutert wird. Diese, ebenso wie die sogenannten Axialkolbenversteller im wesentlichen als hydraulischer Stellantrieb ausgebildete Vorrichtung **1** ist am antriebsseitigen Ende einer

im Zylinderkopf **2** der Brennkraftmaschine gelagerten Nockenwelle **3** angeordnet und besteht in bekannter Weise aus einem mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in Antriebsverbindung stehenden kurbelwellenfesten Bauteil **4** sowie aus einem drehfest mit der Nockenwelle **3** verbundenen nockenwellenfesten Bauteil **5**, die über mindestens einen innerhalb der Vorrichtung **1** gebildeten hydraulischen Arbeitsraum **6** in Kraftübertragungsverbindung stehen. Das kurbelwellenfeste Bauteil **4** wird dabei, wie aus den **Fig. 1** und **2** hervorgeht, durch ein als Außenrotor ausgebildetes Antriebsrad **17** gebildet, welches einen durch eine hohlzylindrische Umfangswand **18** und zwei Seitenwände **19**, **20** gebildeten Hohlraum **21** aufweist, in dem durch fünf von der Umfangswand **18** ausgehende und zur Längsmittelachse der Vorrichtung **1** gerichtete Begrenzungswände **22** im konkreten Fall fünf der hydraulischen Arbeitsräume **6** gebildet werden. Das nockenwellenfeste Bauteil **5** wird dagegen durch ein als Innenrotor ausgebildetes Flügelrad **23** gebildet, welches in den Hohlraum **21** des Antriebsrades **17** eingesetzt ist und an seiner Radnabe **24** dementsprechend fünf sich radial in jeweils eine hydraulische Arbeitskammer **6** erstreckende Flügel **25** aufweist. Dieses, als Verstellelement **7** innerhalb der Vorrichtung **1** ausgebildete Flügelrad **23** unterteilt mit seinen Flügeln **25** jeden hydraulischen Arbeitsraum **6** der Vorrichtung **1** in eine A-Druckkammer **8** und eine B-Druckkammer **9**, die bei wahlweiser oder gleichzeitiger Druckbeaufschlagung mit einem hydraulischen Druckmittel eine Schwenkbewegung oder Fixierung des Flügelrades **23** gegenüber dem Antriebsrad **17** und damit der Nockenwelle **3** gegenüber der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bewirken. Die Druckbeaufschlagung der A- und/oder B-Druckkammer jedes hydraulischen Arbeitsraumes **6** wird dabei durch den elektromagnetisch betätigten Ventilkolben eines in **Fig. 1** schematisch dargestellten Hydraulikventils **10** geregelt, dessen Elektromagnet **11** von einem in **Fig. 1** ebenfalls nur schematisch dargestellten Mikroprozessor **12** in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter der Brennkraftmaschine angesteuert wird. Das mit einer Druckmittelpumpe **26** und einem Druckmitteltank **27** verbundene, sowie als 4/3-Wege-Proportionalventil ausgebildete Hydraulikventil **10** ermöglicht in der in **Fig. 1** dargestellten, einem unbestromten bzw. niedrig bestromten Elektromagneten **11** entsprechenden Stellung seines Ventilkolbens eine Druckbeaufschlagung der B-Druckkammer **9**, in der einem hoch bzw. maximal bestromten Elektromagneten **11** entsprechenden Stellung seines Ventilkolbens eine Druckbeaufschlagung der A-Druckkammer **8** und in einer Mittelstellung seines Ventilkolbens ein Halten des Druckmitteldrucks in beiden Druckkammern **8**, **9** jedes hydraulischen Arbeitsraumes **6** der Vorrichtung **1**.

Ein weiteres Merkmal der in den **Fig. 1** und **2** gezeigten Vorrichtung **1** ist es, daß deren als Flügelrad **23** ausgebildetes nockenwellenfeste Bauteil **5** nach Abschaltung der Brennkraftmaschine unter Volumenminimierung der A-Druckkammern **8** der hydraulischen Arbeitsräume **6** in einer für den Start der Brennkraftmaschine bevorzugten Basisposition mit dem als Antriebsrad **17** ausgebildeten kurbelwellenfesten Bauteil **4** mechanisch koppelbar ist. Je nachdem, ob die Vorrichtung **1** an einer Einlaß- oder Auslaßnockenwelle montiert ist, entspricht diese Basisposition jeweils einer bei Anschlag der Flügel **25** des Flügelrades **23** an die eine oder die andere Begrenzungswand **22** jeder Arbeitskammer **6** erreichten "Spätstellung" oder "Frühstellung" der Nockenwelle **3** gegenüber der Kurbelwelle, wobei die Darstellung gemäß **Fig. 2** einer an einer Auslaßnockenwelle montierten Vorrichtung **1** mit nahezu in Basisposition, also in "Frühstellung" gedrehten Flügelrad **23** entspricht. Wie insbesondere aus **Fig. 1** ersichtlich ist, erfolgt die mechani-

sche Koppelung dabei durch ein in einer nicht näher bezeichneten Axialbohrung in der Radnabe 24 des Flügelrades 23 beweglich angeordnetes pinartiges Verriegelungselement 13, welches durch ein Federelement 14 in eine Koppelstellung innerhalb einer komplementären Aufnahme 15 in der Seitenwand 19 des Antriebsrades 17 bewegbar ist. In Fig. 2 ist hierzu noch zu sehen, daß die komplementäre Aufnahme 15 des Verriegelungselementes 13 innerhalb der Druckmittelführung zu einer volumenminimierten A-Druckkammer 8 eines hydraulischen Arbeitsraumes 6 der Vorrichtung 1 angeordnet ist, so daß beim Start der Brennkraftmaschine durch die Druckbeaufschlagung der A-Druckkammer 8 der hydraulischen Arbeitsräume 6 gleichzeitig die Aufnahme 15 des Verriegelungselementes 13 druckbeaufschlagt wird und dieses entgegen der Kraft seines Federelementes 14 hydraulisch in seine Entkoppelstellung in der Axialbohrung in der Radnabe 24 des Flügelrades 23 bewegt.

Um nun beim Start der Brennkraftmaschine ein durch schlagartige Beaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer 8 auf das Verriegelungselement 13 wirkendes Verspannmoment zu vermeiden, welches zusammen mit dem in die gleiche Richtung wirkenden mittleren Schleppmoment der Nockenwelle 3 für ein Verklemmen des Verriegelungselementes 13 in seiner Koppelstellung ursächlich ist, wird der Elektromagnet 11 des Hydraulikventils 10 zur verklemmungsfreien Bewegung des Verriegelungselementes 13 in seine Entkoppelstellung mit einer ersten erfindungsgemäßen Regelstrategie betrieben, die in den Fig. 3 und 4 durch entsprechende Kurvendiagramme graphisch dargestellt ist. Diesen Diagrammen ist dabei entnehmbar, daß der Elektromagnet 11 des Hydraulikventils 10 beim Start der Brennkraftmaschine zunächst mit mehreren hochfrequenten getakteten Intervallen zwischen hoher und niedriger Bestromung I angesteuert wird, so daß der Ventilkolben des Hydraulikventils 10 in einem Bereich um dessen Mittellagers pulsiert. Dadurch wird eine schnelle wechselseitige Druckbeaufschlagung der A- und B-Druckkammern 8, 9 der hydraulischen Arbeitsräume 6 der Vorrichtung 1 mit einem in Fig. 4 gestrichelt bzw. durchgehend dargestellten Druck  $P_A$  und  $P_B$  ermöglicht, mit dem das Flügelrad 23 hydraulisch in seiner Basisposition gehalten wird. Die hochfrequenten Intervalle sind dabei im Einzelnen 4 ms bis 10 ms lang und entweder auf eine Zeit  $t$  im Bereich von 10 ms bis 40 ms oder auf einer Anzahl von 2 bis 8 Wiederholungen begrenzt, wobei während jedes einzelnen Intervalls der Elektromagnet 11 einmal mit einem elektrischen Strom  $I$  zwischen 5% über der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils 10 notwendigen Stärke und 95% der Maximalstärke und einmal mit einem elektrischen Strom  $I$  zwischen 5% der Maximalstärke und 5% unter der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils 10 notwendigen Stärke durchflossen wird. Nach Ablauf des Zeitlimits von 40 ms oder auch, wie im dargestellten Beispiel gemäß Fig. 3 und 4, nach Ablauf von 5 getakteten Intervallen erfolgt dann der Abbruch dieser Routine und eine erneute Ansteuerung des Elektromagneten 11 mit einer Bestromung  $I$  zwischen 5% oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils 10 notwendigen Stärke und 95% der Maximalstärke für weitere 4 ms bis 10 ms sowie eine gleichzeitige Überprüfung durch den Mikroprozessor 12, ob das Flügelrad 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement 13 seine Entkoppelstellung eingenommen hat. Wird dabei durch den Mikroprozessor 12 festgestellt, daß sich das Flügelrad 23 unverändert in seiner Basisposition befindet, werden die getakteten Intervalle mit gleicher Bestromungsstärke und gleicher Anzahl oder Zeitdauer solange wiederholt, bis der Mikroprozessor 12 einen solchen

Verstellwinkel des Flügelrades 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes 13 registriert hat.

Wird dann durch den Mikroprozessor 12 ein solcher Verstellwinkel des Flügelrades 23 außerhalb seiner Basisposition festgestellt, was nach Durchführung von mehreren Routinen oder auch, wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt, bereits nach Durchführung der ersten Routine der Fall sein kann, erfolgt ebenfalls der Abbruch der Routine und der Elektromagnet 11 des Hydraulikventils 10 wird unmittelbar danach mit einer durch Mikroprozessor 12 vorgegebenen sowie einer geregelten Winkelstellung des Flügelrades 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 entsprechenden Bestromung  $I$  im Bereich oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils 10 notwendige Stärke und 100% der Maximalstärke angesteuert.

Einen andere Möglichkeit, ein auf das Verriegelungselement 13 wirkendes Verspannmoment und damit ein Verklemmen des Verriegelungselementes 13 in seiner Koppelstellung zu vermeiden, ist in den Fig. 5 und 6 durch weitere entsprechende Kurvendiagramme dargestellt. Nach diesen Diagrammen wird der Elektromagnet 11 des Hydraulikventils 10 mit einer zweiten erfindungsgemäßen Regelstrategie derart betrieben, daß der Elektromagnet 11 zunächst für eine Zeitdauer  $t$  von 40 ms bis 80 ms mit einer Bestromung  $I$  zwischen 90% und 100% der Maximalstärke angesteuert wird, so daß zunächst auch nur die volumenminimierten A-Druckkammern 8 der hydraulischen Arbeitsräume 6 der Vorrichtung 1 und damit auch die Aufnahme 15 des Verriegelungselementes 13 mit einem hohen, der gestrichelten Druckverlaufskurve in Fig. 6 entsprechenden Druckmitteldruck  $P_A$  beaufschlagt werden. Nach Ablauf des Zeitlimits von 40 ms bis 80 ms wird dann durch den Mikroprozessor 12 überprüft, ob das Flügelrad 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement 13 seine Entkoppelstellung eingenommen hat. Wird dabei durch den Mikroprozessor 12 festgestellt, daß sich das Flügelrad 23 unverändert in seiner Basisposition befindet, erfolgt eine Ansteuerung des Elektromagneten 11 für 10 ms bis 40 ms mit einer Bestromung  $I$  zwischen 0% und 10% der Maximalstärke zur kurzzeitigen Beaufschlagung der B-Druckkammern 9 der hydraulischen Arbeitsräume 6 mit einem in Fig. 6 durch durchgehenden Kurvenverlauf dargestellten Druckmitteldruck  $P_B$  sowie eine Wiederholung des Entriegelungsversuchs durch erneute Ansteuerung des Elektromagneten 11 mit einer Bestromung  $I$  zwischen 90% und 100% der Maximalstärke für 40 ms bis 80 ms mit anschließender Überprüfung des Mikroprozessors 12, ob das Flügelrad 23 seine Basisposition verlassen hat. Diese Wiederholung erfolgt dabei solange, bis der Mikroprozessor 12 einen Verstellwinkel des Flügelrades 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes 13 registriert. Die Feststellung eines solchen Verstellwinkels des Flügelrades 23 außerhalb seiner Basisposition, die bereits nach Durchführung von einer Routine oder auch, wie in den Fig. 5 und 6 dargestellt, erst nach Durchführung von 4 oder noch mehr Routinen getroffen werden kann, wird durch den Mikroprozessor 12 als erfolgreicher Entriegelungsversuch gewertet, so daß dieser dann unmittelbar danach den Elektromagneten 11 mit einer sich aus den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine ergebenden Bestromung  $I$  ansteuert, die im Bereich oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils 10 notwendigen Stärke und 100% der Maximalstärke liegt und einer geregelten Winkelstellung des Flügelrades 23 gegenüber dem Antriebsrad 17 ent-

spricht.

## Bezugszeichen

1 Vorrichtung	5
2 Zylinderkopf	
3 Nockenwelle	
4 kurbelwellenfestes Bauteil	
5 nockenwellenfestes Bauteil	
6 hydraulischer Arbeitsraum	10
7 Verstellelement	
8 A-Druckkammer	
9 B-Druckkammer	
10 Hydraulikventil	
11 Elektromagnet	15
12 Mikroprozessor	
13 Verriegelungselement	
14 Federelement	
15 Aufnahme	
16 Druckmittelzuführung	20
17 Antriebsrad	
18 Umfangswand	
19 Seitenwand	
20 Seitenwand	
21 Hohlraum	25
22 Begrenzungswände	
23 Flügelrad	
24 Radnabe	
25 Flügel	
26 Druckmittelpumpe	30
27 Druckmitteltank	
t Zeitdauer/Zeit	
P Druckmitteldruck	
P <sub>A</sub> Druckmitteldruck in A-Druckkammer	
P <sub>B</sub> Druckmitteldruck in B-Druckkammer	35

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Nockenwellen-Verstelleinrichtung mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung, welche im wesentlichen folgende Merkmale aufweist:

- die Vorrichtung (1) ist am antriebsseitigen Ende einer im Zylinderkopf (2) der Brennkraftmaschine gelagerten Nockenwelle (3) angeordnet und im wesentlichen als hydraulischer Stellantrieb ausgebildet,
- die Vorrichtung (1) besteht aus einem mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in Antriebsverbindung stehenden kurbelwellenfesten Bauteil (4) und aus einem drehfest mit der Nockenwelle (3) verbundenen nockenwellenfesten Bauteil (5),  
... das kurbelwellenfeste Bauteil (4) steht mit dem nockenwellenfesten Bauteil (5) über mindestens einen innerhalb der Vorrichtung (1) gebildeten hydraulischen Arbeitsraum (6) in Kraftübertragungsverbindung,
- ein Verstellelement (7) innerhalb der Vorrichtung (1) unterteilt jeden hydraulischen Arbeitsraum (6) der Vorrichtung (1) in eine A-Druckkammer (8) und eine B-Druckkammer (9),
- bei wahlweiser oder gleichzeitiger Druckbeaufschlagung der A- und/oder B-Druckkammer (8, 9) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) erfolgt eine Schwenkbewegung oder Fixierung des nockenwellenfesten Bauteils (5) gegenüber dem kur-

belwellenfesten Bauteil (4),

– die Druckbeaufschlagung der A- und/oder B-Druckkammer (8, 9) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) wird durch den letztlich elektromagnetisch betätigten Ventilkolben eines Hydraulikventils (10) geregelt, dessen Elektromagnet (11) von einem Mikroprozessor (12) in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter der Brennkraftmaschine angesteuert wird,

– der Ventilkolben des Hydraulikventils (10) ermöglicht bei unbestromten bzw. niedrig bestromten Elektromagneten (11) eine Druckbeaufschlagung der B-Druckkammer (9), bei hoch bzw. maximal bestromten Elektromagneten (11) eine Druckbeaufschlagung der A-Druckkammer (8) und in einer Mittellage ein Halten des Druckmitteldrucks (P) in beiden Druckkammern (8, 9) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) der Vorrichtung (1),

... nach Abschaltung der Brennkraftmaschine ist das nockenwellenfeste Bauteil (5) unter Volumenminimierung der A-Druckkammer (8) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) in einer für den Start der Brennkraftmaschine bevorzugten Basisposition mit dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) mechanisch koppelbar,

– die mechanische Koppelung erfolgt durch ein am nockenwellenfesten Bauteil (5) oder am kurbelwellenfesten Bauteil (4) angeordnetes Verriegelungselement (13), welches durch ein Federelement (14) in eine Koppelstellung innerhalb einer komplementären Aufnahme (15) im kurbelwellenfesten Bauteil (4) oder im nockenwellenfesten Bauteil (5) bewegbar ist,

– die komplementäre Aufnahme (15) des Verriegelungselementes (13) ist mit der Druckmittelzuführung (16) zu zumindest einer volumenminimierten A-Druckkammer (8) eines hydraulischen Arbeitsraumes (6) der Vorrichtung (1) hydraulisch verbunden,

– beim Start der Brennkraftmaschine wird durch Druckbeaufschlagung der volumenminimierten A-Druckkammer (8) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (4) gleichzeitig die Aufnahme (15) des Verriegelungselementes (13) druckbeaufschlagt und dieses entgegen der Kraft seines Federelementes (14) in eine Entkoppelstellung bewegt,

**dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektromagnet (11) des Hydraulikventils (10) beim Start der Brennkraftmaschine zur verklemmungsfreien Bewegung des Verriegelungselementes (13) in seine Entkoppelstellung mit folgender Regelstrategie betrieben wird:

a) Ansteuerung in mehreren hochfrequenten getakteten Intervallen zwischen hoher und niedriger Bestromung (I) in einer definierten Zeitdauer (t) oder Intervallanzahl derart, daß der Ventilkolben des Hydraulikventils (10) in einem Bereich um dessen Mittellage pulsiert und eine schnelle wechselseitige Druckbeaufschlagung der A- und B-Druckkammer (8, 9) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) der Vorrichtung (1) mit einem Druck (P) ermöglicht, mit dem das nockenwellenfeste Bauteil (5) hydraulisch in seiner Basisposition gehalten wird,

b) nach Ablauf der definierten Zeitdauer (t) oder des letzten getakteten Intervalls Abbruch der Routine und erneute Ansteuerung oder Halten der hohen Bestromung (I) für eine weitere definierte



- Zeiddauer (t) mit gleichzeitiger Überprüfung durch den Mikroprozessor (12), ob das nockenwellenfeste Bauteil (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement (13) seine Entkoppelstellung eingenommen hat, 5
- c) bei unveränderter Feststellung der Basisposition des nockenwellenfesten Bauteils (5) durch den Mikroprozessor (12) Wiederholung der Schritte a) und b) solange, bis der Mikroprozessor (12) einen Verstellwinkel des nockenwellenfesten Bauteils (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes (13) registriert, 10
- d) nach Feststellung eines Verstellwinkels des nockenwellenfesten Bauteils (5) außerhalb seiner Basisposition Ansteuerung mit einer durch den Mikroprozessor (12) vorgegebenen Bestromung (I) oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils (10) notwendigen sowie einer geregelten Winkelstellung des nockenwellenfesten Bauteils (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) entsprechenden Stärke. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hohe und die niedrige Bestromung (I) des Elektromagneten (11) des Hydraulikventils (10) bevorzugt durch eine derart ausgelegte pulsweitenmodulierte Spannungssteuerung des Mikroprozessors (12) gesteuert wird, daß der Elektromagnet (11) innerhalb eines Intervalls einmal mit einem elektrischen Strom (I) zwischen 5% über der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils (10) notwendigen Stärke und 95% der Maximalstärke und einmal mit einem elektrischen Strom (I) zwischen 5% der Maximalstärke und 5% unter der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils (10) notwendigen Stärke durchflossen wird. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem zeitlich definierten Abbruchkriterium der Routine die Zeiddauer (t) eines getakteten Intervalls bevorzugt zwischen 4 ms und 10 ms beträgt und die zum Bewegen des Verriegelungselementes (13) in seine Entkoppelstellung notwendige Periodendauer aller Intervalle bis zum Abbruch der Routine bevorzugt auf eine Zeit (t) im Bereich von 10 ms bis 40 ms begrenzt ist. 45
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mengenmäßig definierten Abbruchkriterium der Routine die zum Bewegen des Verriegelungselementes (13) in seine Entkoppelstellung notwendige Anzahl der Intervalle bis zum Abbruch der Routine auf 2 bis 8 Wiederholungen begrenzt ist. 50
5. Verfahren zur Ansteuerung einer Vorrichtung zum Variieren der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Nockenwellen-Vorrichtung mit hydraulisch entriegelbarer Startverriegelung, welche die Merkinale des Oberbegriffs des Anspruchs 1 aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromagnet (11) des Hydraulikventils (10) beim Start der Brennkraftmaschine zur verklemmungsfreien Bewegung des Verriegelungselementes (13) in seine Entkoppelstellung mit folgender Regelstrategie betrieben wird: 60
- a) Ansteuern mit hoher Bestromung (I) in einer definierten Zeiddauer (t) derart, daß zunächst nur die volumenminimierte A-Druckkammer (8) je-

- des hydraulischen Arbeitsraumes (6) der Vorrichtung (1) und damit auch die Aufnahme (15) des Verriegelungselementes (13) mit einem hohen Druckmitteldruck ( $P_A$ ) beaufschlagt wird,
- b) nach Ablauf der definierten Zeiddauer (t) Überprüfung durch den Mikroprozessor (12), ob das nockenwellenfeste Bauteil (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) einen Verstellwinkel außerhalb seiner Basisposition und damit das Verriegelungselement (13) seine Entkoppelstellung eingenommen hat,
- c) bei unveränderter Feststellung der Basisposition des nockenwellenfesten Bauteils (3) durch den Mikroprozessor (9) Ansteuerung mit niedriger Bestromung (I) für eine weitere Zeiddauer (t) zur kurzzeitigen Beaufschlagung der B-Druckkammer (9) jedes hydraulischen Arbeitsraumes (6) mit einem Druckmitteldruck ( $P_B$ ) sowie Wiederholung der Schritte a) und b) solange, bis der Mikroprozessor (12) einen Verstellwinkel des nockenwellenfesten Bauteils (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) außerhalb seiner Basisposition und damit die Einnahme der Entkoppelstellung des Verriegelungselementes (13) registriert,
- d) nach Feststellung eines Verstellwinkels des nockenwellenfesten Bauteils (5) außerhalb seiner Basisposition Ansteuerung mit einer durch den Mikroprozessor (12) vorgegebenen Bestromung (I) oberhalb der für die Mittellage des Ventilkolbens des Hydraulikventils (10) notwendigen sowie einer geregelten Winkelstellung des nockenwellenfesten Bauteils (5) gegenüber dem kurbelwellenfesten Bauteil (4) entsprechenden Stärke.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestromung (I) des Elektromagneten (11) des Hydraulikventils (10) bevorzugt durch eine derart ausgelegte pulsweitenmodulierte Spannungssteuerung des Mikroprozessors (12) gesteuert wird, daß der Elektromagnet (11) bei hoher Bestromung (I) bevorzugt zwischen 90% und 100% und bei niedriger Bestromung (I) bevorzugt zwischen 0% und 10% des maximal möglichen elektrischen Stromes (I) durchflossen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiddauer (t) der hohen Bestromung (I) des Elektromagneten (11) bevorzugt zwischen 40 ms und 80 ms beträgt und die Zeiddauer (t) der niedrigen Bestromung (I) des Elektromagneten (11) bevorzugt auf einen Bereich von 10 ms bis 40 ms begrenzt ist.

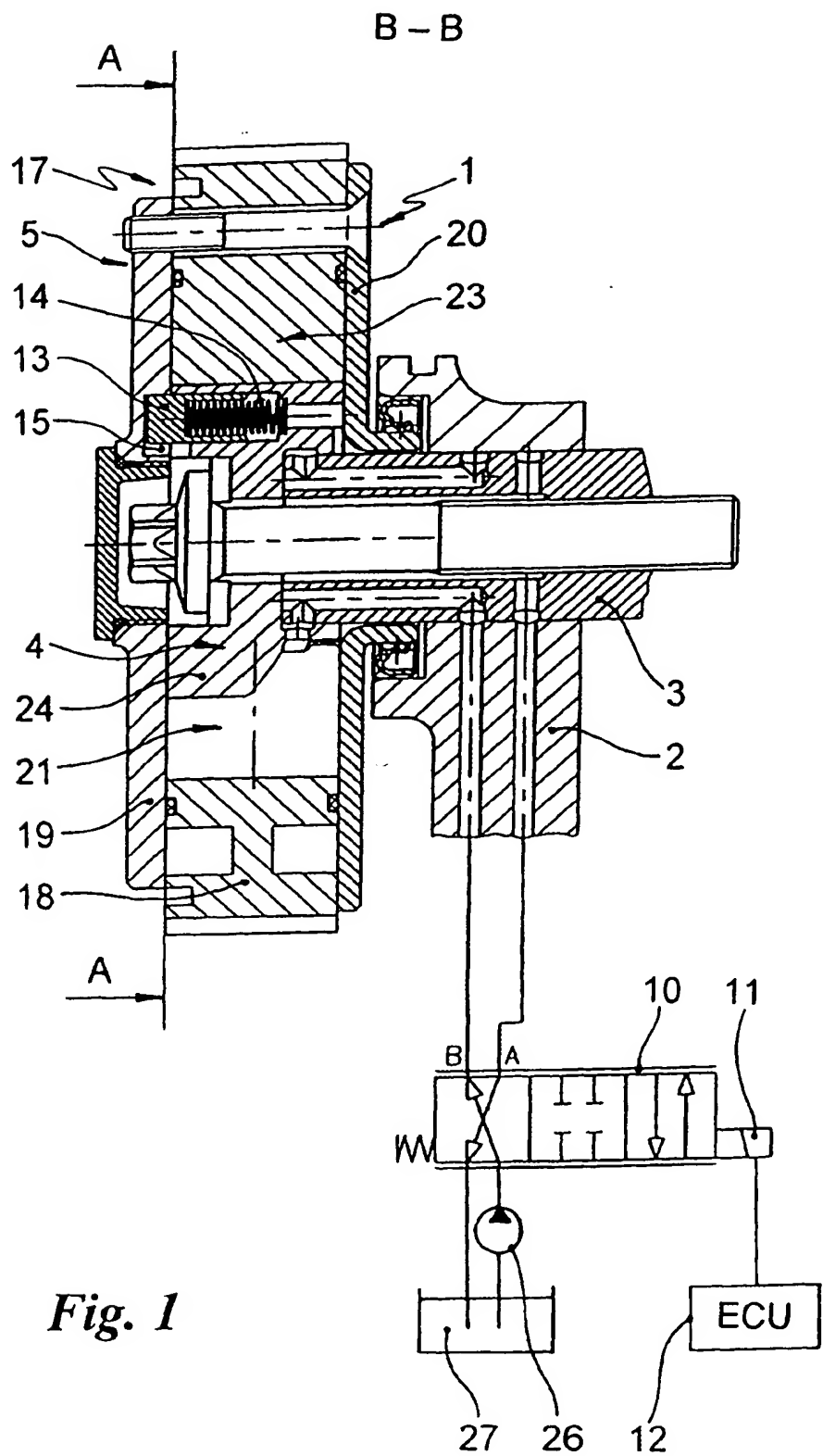
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

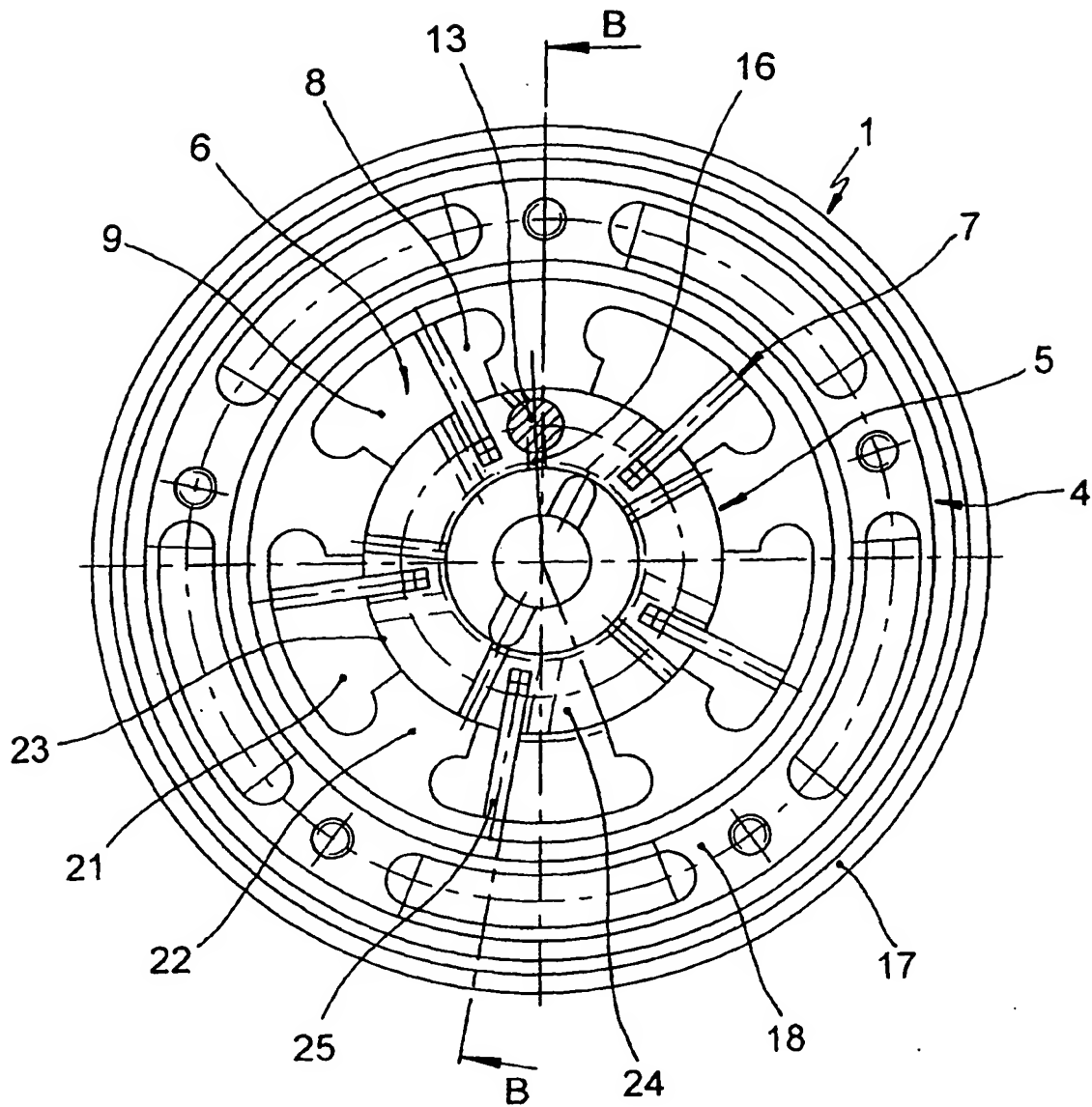
---



- Leerseite -



A - A



**Fig. 2**

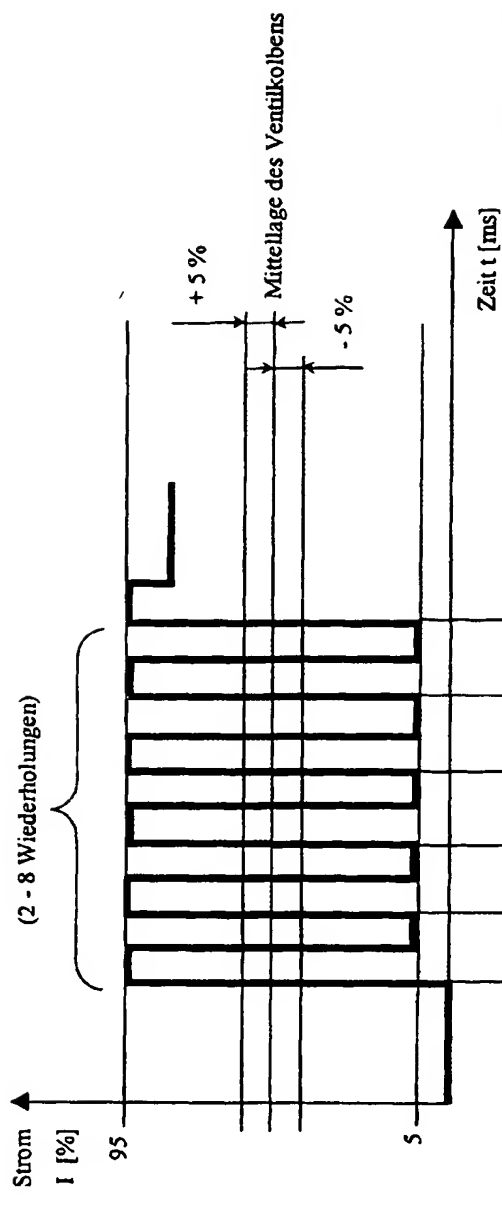


Fig. 3

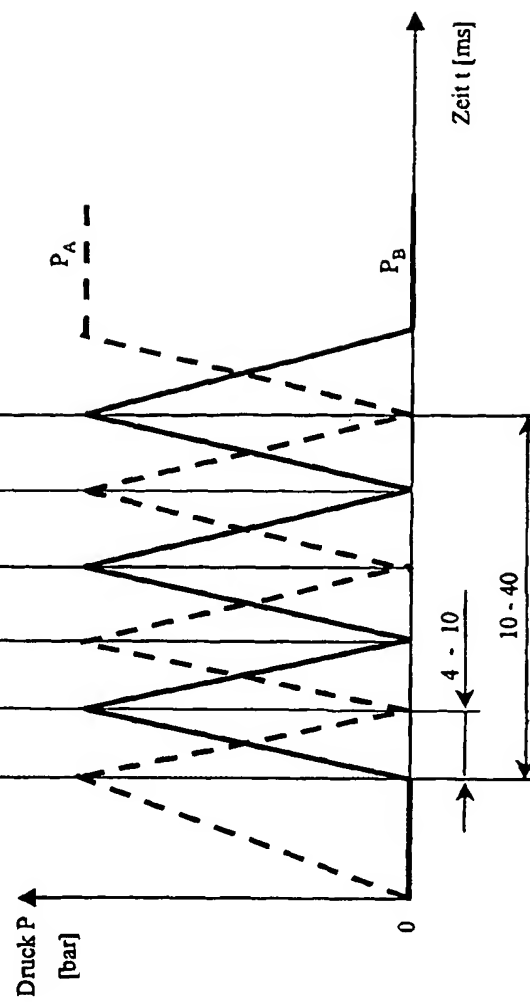


Fig. 4

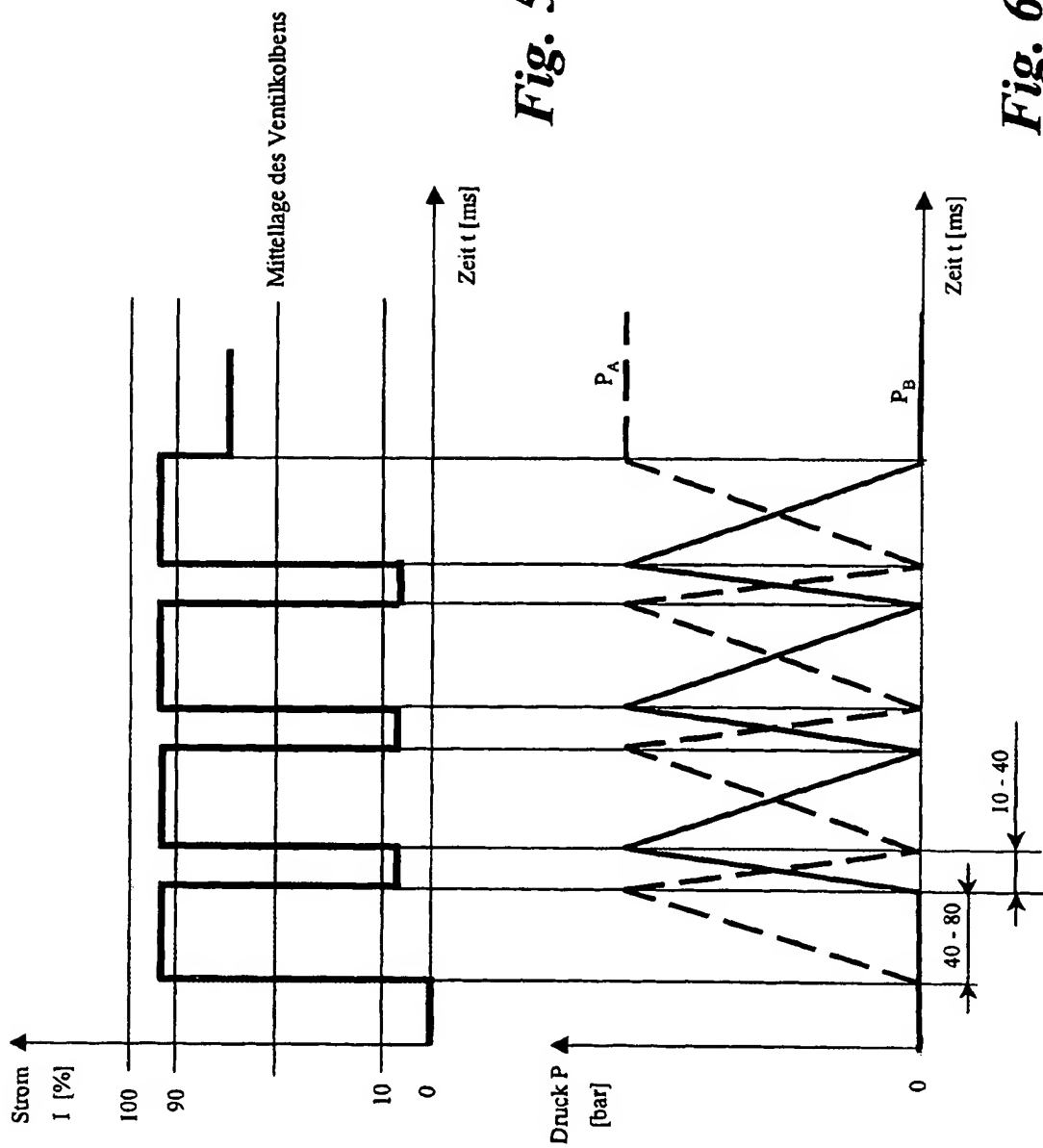


Fig. 5

Fig. 6